AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT DER TIERÄRZTLICHEN
FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
(VORSTAND: GEH. REG.-RAT PROF. DR. STOSS)

UNTERSUCHUNG DER FASSBEINIGEN STELLUNG EINES PFERDES

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

TIERÄRZTLICHEN FAKULTÄT

DER

LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

VORGELEGT VON

WILHELM CHRISTNACH
APPR. TIERARZT AUS MERZIG/SAAR

1927

SONDERDRUCK AUS DEM „ARCHIV FÜR WISSENSCHAFTLICHE UND PRAKTISCHE TIERHEILKUNDE", BD. 57

VERLAGSBUCHHANDLUNG JULIUS SPRINGER IN BERLIN. 1928

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Referent: Professor Dr. Stoß

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

MEINEN LIEBEN ELTERN

(Aus dem Anatomischen Institut der tierärztlichen Fakultät der Universität München. — Vorstand: Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *Stoss*.)

Untersuchung der faßbeinigen Stellung eines Pferdes.

Von

Wilhelm Christnach.

Mit 25 Textabbildungen.

(*Eingegangen am 24. Dezember 1927.*)

Einleitung.

In seinem Buch „Über die Reitkunst" erkennt schon *Xenophon*[3] (geb. 434 v. Chr.) den Wert der Extremitäten für den Gebrauch des Pferdes in nachstehenden Worten: „Was nun den Körper betrifft, so bemerken wir, daß man zuerst sein Augenmerk auf die Füße zu richten hat. Denn wie ein Haus rein zu nichts taugen würde, wenn der Oberbau zwar ganz schön, der Grund aber nicht gehörig beschaffen wäre, so würde auch ein Kriegsroß durchaus nichts taugen, wenn es sogar alle sonstigen guten Eigenschaften besäße, aber schlecht auf den Beinen wäre; von keiner seiner guten Eigenschaften würde man ja Gebrauch machen können."

Auch heute noch ist in der Pferdebeurteilung und für den Wert eines Tieres die Stellung und der Bau seiner Extremitäten von der allergrößten Bedeutung. Diejenige Stellung der Extremitäten, die den an das Pferd gestellten Anforderungen am besten entspricht und den Körper am zweckmäßigsten unterstützt, nimmt man als Normalstellung an. Abweichungen von dieser Normalstellung kommen naturgemäß sehr häufig vor, sind aber meist nicht von besonderer Bedeutung. Doch trifft man manchmal auch größere Abweichungen an, die dann den Wert des Tieres bedeutend mindern können. Zu erwähnen sind in dieser Hinsicht an der hinteren Extremität 2 unregelmäßige Stellungen, die Kuhhessigkeit und die Faßbeinigkeit.

Die normalen Stellungen der Pferdeextremitäten und ihre Gelenke wurden durch *A. O. Stoss*[20] in seiner Arbeit „Anatomie und Kinematik der Pferdeextremitäten" aufs genaueste untersucht und beschrieben. Es wird nun auch von Interesse sein, eine anormale Stellung einer Pferdeextremität und ihre Gelenke zu untersuchen, denn diese

Stellungen spielen bei der Pferdebeurteilung und für den Hufbeschlag eine große Rolle.

Im folgenden soll die o- oder faßbeinige Stellung des Pferdes näher untersucht und beschrieben werden.

I. Allgemeines über die Faßbeinigkeit.

Die Faßbeinigkeit eines Pferdes wird allgemein als eine anormale Stellung der hinteren Extremitäten angesehen. Diese Stellung weicht von der regelmäßigen oder Normalstellung bedeutend ab. Was unter einer Normalstellung beim Pferde zu verstehen ist, finden wir in den Werken von *Schwyter*[22], *Zschokke*[25] und anderen Autoren. *Schwyter*[22] hat die Literatur darüber in seinem Werke: „Die Gestaltsveränderung des Pferdefußes infolge Stellung und Gangart" zusammengestellt. Nach *A. O. Stoss*[20] u. a. befindet sich die Hintergliedmaße in der Normalstellung, wenn das vom Hüftgelenk gefällte Lot auf die Mitte der Sohlenfläche des Hufes trifft. „In der Normalstellung sind die einzelnen Gliedmassenknochen unter bestimmten, allerdings individuellen Schwankungen unterworfenen Winkeln aneinandergereiht."

Nach *Duerst*[4] trifft bei Normalstellung der Hinterglieder von hinten gesehen die von der Mitte des Sitzbeinhöckers gefällte Vertikale auf das distale Ende der Tibia und teilt das Sprunggelenk, die Hinterröhre, Köte, Fessel und den Huf in einigermaßen gleiche Teile.

Nach *Gutenäcker-Moser*[9] decken die Vordergliedmaßen die Hintergliedmaßen und umgekehrt.

Eine Abweichung von dieser Normalstellung der hinteren Extremität des Pferdes ist die Faßbeinigkeit.

Hierbei (*Duerst*[4]) erscheinen die Sprunggelenke nicht nur normal, sondern das Fersenbein wird durch die Torsion im Gelenke seitlich auswärts gerichtet. Die Torsion im Tarsalgelenk dreht die Hufe gegeneinander, wodurch eine zehenenge Stellung entsteht. Ähnlich äußern sich *Born* und *Möller*[1], *Nathusius*[13], *Schönbeck*[18], *A. Lungwitz*[10], *Moser*[9].

Von Autoren, die über Exterieur des Pferdes geschrieben haben, wird zwar immer die Kuhhessigkeit erwähnt, dagegen die Faßbeinigkeit manchmal nicht (*Gmelin*[8]). Die Faßbeinigkeit kommt viel öfter vor als die Kuhhessigkeit. *Schwyter* fand bei 100 *schweren* Zugpferden an den Hintergliedmaßen folgende Stellungsverschiedenheiten:

	Gerade	unrein bodeneng	unrein bodenweit	kuhhessig	faßbeinig
	16	60	1	4	19
in Prozenten:		60	1	4	19

Bei 200 längere Zeit im Dienst gestandenen Kavalleriepferden beobachtete *Schwyter* an den Hintergliedmaßen nachfolgende Stellungsverschiedenheiten:

	Gerade	unrein bodeneng	unrein bodenweit	kuhhessig	*faßbeinig*
	26	132	11	13	18
in Prozenten:		66	5,5	6,5	9

Nikolas[4] fand 48% der Pferde säbelbeinig, 2,6% kuhhessig, 20% faßbeinig. Faßbeinige Stellung kommt mithin öfter als die kuhhessige vor, und zwar am häufigsten bei schweren Schrittpferden.

II. Eigene Untersuchungen.

1. Untersuchungen am lebenden Pferd.

Zur Untersuchung stand mir ein mittelschweres Arbeitspferd mit ausgesprochener faßbeiniger Stellung der hinteren Extremitäten zur Verfügung. Das Pferd, etwa 13 Jahre alt, schien nur als Schrittpferd im schweren Zuge verwandt worden zu sein.

Abb. 1. Faßbeiniges Pferd im Stand der Ruhe von hinten.

Abb. 2. Dasselbe im Schritt mit eingezeichneten Knochenschaftachsen.

Stand der Ruhe: Sowohl bei der Besichtigung von vorne als von hinten deckten die Hintergliedmaßen die vorderen Extremitäten zum größten Teil nicht (Abb. 1).

Musterung im Trab: Das Pferd zeigte ein leichtes Einfallen der linken hinteren Extremität mit stärkerem Hufschlag (Lahmheit hinten rechts). Untersuchung auf Spat positiv. Bei der späteren Präparation der betreffenden Stelle waren Knochenauftreibungen zu finden. Außerdem zeigte das Pferd bei der Musterung im Trab ein leichtes gegenseitiges Streichen der hinteren Extremitäten.

Musterung im Schritt: Kein Streichen. Die Gliedmaßen wurden in einer Schleuderbewegung, d. h. in einem Bogen, von der Phase des Abschwunges ausgehend

nach außen und wieder nach innen vorgeführt. Dabei war der von der rechten Extremität beschriebene Bogen größer, als der der linken. Auch wurde die rechte Extremität während der Vorwärtsführung etwas um die linke, stützende herumgeführt, so daß ein annähernd kreuzender Gang entstand.

Beim Fußen der Extremität sah man, daß zuerst der äußere Tragrand den Boden berührte und der Trachtenteil nachfolgte. Bei der einsetzenden vollkommenen Belastung (Stützung) des Hufes entstand eine Drehung der ganzen Extremität und besonders des Sprunggelenkes nach außen. Diese Drehbewegung des Sprunggelenkes während der Belastung verlieh dem ganzen Gang des Tieres etwas Schleppendes, Mähendes und deshalb besonders Auffallendes. Von 2 Lichtbildern, die ich Herrn Prof. *Moser* verdanke, fertigte ich Skizzen an, zeichnete von der Mitte des Sitzbeinhöckers ausgehend eine Linie ein, die den Sitzbeinhöcker mit der Kniekehle verbindet, zur Mitte des Sprunggelenkes weiterverläuft und dann die Hinterröhre, den Fessel und Huf in gleiche Teile teilt. Diese Linie läuft bei der normalen Stellung senkrecht nach unten.

In unserem Falle weicht sie aber, wie aus Abb. 2 ersichtlich, von einer geraden wesentlich ab und bildet eine nach außen im Knie- und Sprunggelenk geknickte Linie. Beide hinteren Zehenachsen, von der Seite gesehen, verliefen gerade, die Krone fiel nach außen etwas ab. Die äußere Wand war mithin etwas niederer und steiler als die innere (wie bei der bodenengen Stellung).

Am *aufgehobenen Fuß* zeigte sich dies noch besser. Auch wies die äußere Wand weniger Tragrandbogen als die innere auf, sodaß man den Huf der faßbeinigen Stellung als einen Schiefhuf ansehen kann.

Bei der Beurteilung des abgenommenen Eisens läßt sich stärkere Abnützung (Abschwungsreibung) der äußeren Vorderwand deutlich erkennen.

2. Untersuchungen an den präparierten Extremitäten.

a) Stärke der Gelenkbänder.

Da das Pferd als Material für die Präparierübungen diente, mußten die beiden hinteren Extremitäten abgetrennt werden, sodaß die Untersuchungen über die Mechanik im Hüftgelenk hinfällig wurden. Nach der Präparation der Muskeln wurden diese entfernt und die Gelenkbänder der beiden Extremitäten näher untersucht.

Auffallend war die Stärke des aus der Fossa capitis des Oberschenkelbeines herausragenden Ligamentum teres. Es war rechts stärker verdickt als links. An der rechten Extremität fand ich das Ligamentum teres fast daumendick, während es normal nur die Stärke eines kleinen Fingers hat (*Schmalz*[16]).

Die Verstärkung dieses Bandes kann man sehr gut mit der stärkeren Inanspruchnahme des Hüftgelenkes bei der Faßbeinigkeit erklären. Wie ich schon bei der Beurteilung im Gang erwähnt habe, fand jedesmal beim Durchtreten der Extremität eine Einwärtsdrehung des Hufes (Pronation) statt. Das Hüftgelenk wird bei den normalen Stellungen in der Hauptsache als Wechselgelenk für Beugung und Streckung gebraucht; bei der

faßbeinigen Stellung wird es durch die hinzukommende Seitenbewegung (Pronation) mehr als Kugelgelenk benützt, das Ligamentum teres bei der Seitenbewegung stärker in Anspruch genommen.

Auch bei den beiden nächstfolgenden Gelenken fand ich, daß diejenigen Gelenkbänder, welche infolge der unregelmäßigen Stellung der Extremitäten bei der Bewegung stärker in Anspruch genommen wurden, auch stärker entwickelt waren. So war am Kniegelenk von den kollateralen Bändern des Femoro-Tibialgelenkes das laterale auffallend verdickt. Mehr als normale Dicke zeigten auch die beiden gekreuzten Bänder. Bei den Kniescheibenbändern konnte man sowohl bei den 3 geraden als bei den Seitenbändern eine wesentliche Abweichung von der normalen Entwicklung nicht wahrnehmen.

Beim Sprunggelenk war lateral sowohl das lange, als auch die kurzen Seitenbänder stärker entwickelt als die entsprechenden medialen Bänder. Am rechten Sprunggelenk konnte ich Exostosen am Os centrale und Os tarsale I und II sehr deutlich erkennen (Spat). Daß der Spat eine häufige Begleiterscheinung der Faßbeinigkeit ist, wurde schon von mehreren Autoren beobachtet (*Disselhorst*[2], *Fröhner* und *Eberlein*[7]). Daraus ersieht man, daß die faßbeinige Stellung mit ihrer eigenartigen Gangart zur Entwicklung des Spats von großer Bedeutung ist und diese Stellung von einzelnen Autoren, vielleicht mit Recht, so scharf verurteilt wird, daß sie glauben, Tiere mit faßbeiniger Stellung von der Zucht ausschließen zu müssen (Vererbung der angeborenen Skelettverhältnisse).

Bei der Untersuchung der folgenden Gelenke fand ich, daß die Bänder am Fessel- und Krongelenk im allgemeinen recht stark entwickelt waren und beiderseits ziemlich gleichen Durchmesser aufwiesen.

b) Stärke der Gelenkknorpel.

Die Feststellung der Stärke der Gelenkknorpel war dadurch ziemlich beeinträchtigt, daß für die später zu bestimmende Gelenkmechanik die Gelenke im natürlichen Zusammenhang bleiben mußten.

Auf folgende Weise suchte ich mir zu helfen. Etwa in der Mitte eines jeden Knochenkörpers schnitt ich um den Knochen ringsherum eine kleine Rille ein. An dieser Rille bezeichnete ich wiederum einzelne Stellen, die ich zu den Messungen benötigte. Von den so gekennzeichneten Meßpunkten aus stach ich dann jeweils die Knochenlänge mitsamt dem darauf gelagerten Knorpel nach dem proximalen oder distalen Ende mit einem Meßzirkel ab.

Nachdem ich die anderen Versuche und Messungen beendet hatte, entfernte ich den jetzt schon etwas eingetrockneten Knorpel. Dann maß ich, von der markierten Meßstelle ausgehend, die Knochenlänge distal und proximal ohne Knorpelüberzug. Aus der Differenz der 1. und 2. Messung ergab sich die Knorpelstärke. Soweit möglich, wurde diese auch durch direkte Messung bestimmt.

Meine Messungen ergaben bei allen Gelenkflächen eine größere Knorpelstärke als die von *Senn*[19] angegebenen. Die Knorpelstärke

des Femurkopfes war besonders groß und zwar in der Nähe des Zentrums um 0,2—0,3 mm mehr wie die von *Senn*.

Im Kniegelenk zeigte der Condylus medialis des Femur in der Mitte eine um 0,2 mm größere Knorpeldicke als der Condylus lateralis. An der Tibia war die Knorpelstärke des lateralen Condylus 0,3 mm kleiner als die des Condylus medialis. Die Knorpelstärke der beiden medialen Condylen des Femur und der Tibia war also größer als der Knorpelüberzug der lateralen Condylen.

Die beiden Condylen des Os femoris sind immer stark gewölbt, während die Tibia fast ebene Gelenkflächen hat. Diese Inkongruenz wird bekanntlich ausgeglichen durch Faserknorpelscheiben, den Meniscus lateralis und medialis. Sie haben eine ausgehöhlte femorale und eine fast ebene tibiale Fläche. Sie verhalten sich gegenüber dem knorpeligen Überzug des Gelenkes umgekehrt, indem sie gegen außen dick sind und nach der Mitte zu in einen dünnen scharfen Rand auslaufen. Diese Zwischenknorpel fand ich besonders breit und den äußeren Rand besonders dick, so daß sie im ganzen eine größere Stärke zeigten als normal.

Beim Sprunggelenk untersuchte ich nur das Rollgelenk, Articulatio talocruralis. Dies ist ein vollkommenes und federndes Wechselgelenk. Die Gelenkvertiefungen der Tibia sowie die Gelenkrolle des Os tarsi tibiale waren von ziemlich gleich starkem Knorpel überzogen, was wohl auf eine ziemlich gleichmäßige Beanspruchung der kongruenten Gelenkflächen schließen läßt. Beim Fesselgelenk fand ich relativ starken Knorpelüberzug.

Was nun die von mir gefundene, im allgemeinen vermehrte Knorpelstärke bei der faßbeinigen Stellung betrifft, muß ich noch erwähnen, daß *Senn*[19] durch seine Messungen beim Pferd und *R. Fick*[6] beim Menschen fanden, daß die Skeletteile immer die Neigung haben, nach und nach vollkommen zu verknöchern, daß also die Knorpelknochengrenze, die Verkalkungszone, immer weiter vorgeschoben wird. Es tritt also mit zunehmenden Alter eine Verminderung des Knorpels ein. Dieses Verknöchern wird zurückgehalten durch Gelenkdruck und Reibung. Auch spielt die Gebrauchsart eine wichtige Rolle zur Erhaltung des Knorpels. So zeigen Pferde mit viel Beweglichkeit einen starken Knorpelüberzug. Das Vorerwähnte scheint meine Befunde, *vermehrte Knorpelstärke bei faßbeiniger Stellung*, besonders am Femurkopf zu begründen. Bei der Vorführung des Pferdes im Schritt konnte man von hinten sehen, daß bei der Belastung der Gliedmaßen eine Drehung nach außen eintrat, das Hüftgelenk und auch die übrigen Gelenke also vermehrt in Anspruch genommen wurden. Gelenkdruck und Reibung hielten wohl die Verknöcherung des Knorpels zurück, und somit war anzunehmen, daß gegenüber den Messungen von *Senn* größere

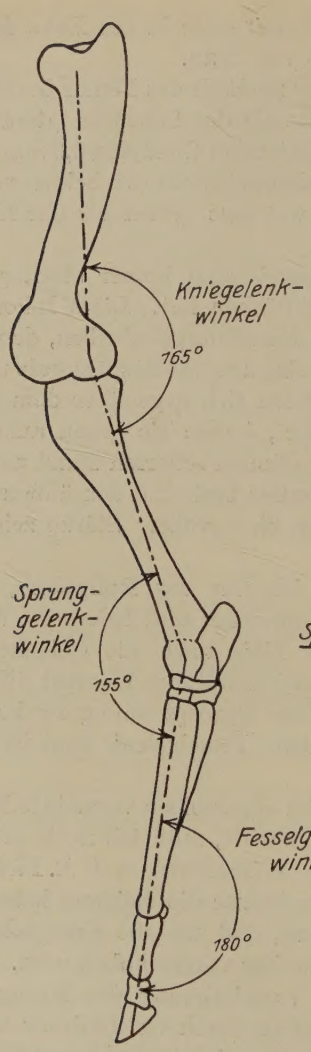


Abb. 3. Seitenansicht der rechten hinteren Extremität der faßbeinigen Stellung in Streckstellung. •—•—•—• mechanische Längsachsen der Knochen. Traglinie *A—B* und Schaftachsen ausgezogen. *C—C* Tangente an die Kondylenbasis. *D—D* Ebene durch das Fesselgelenk.

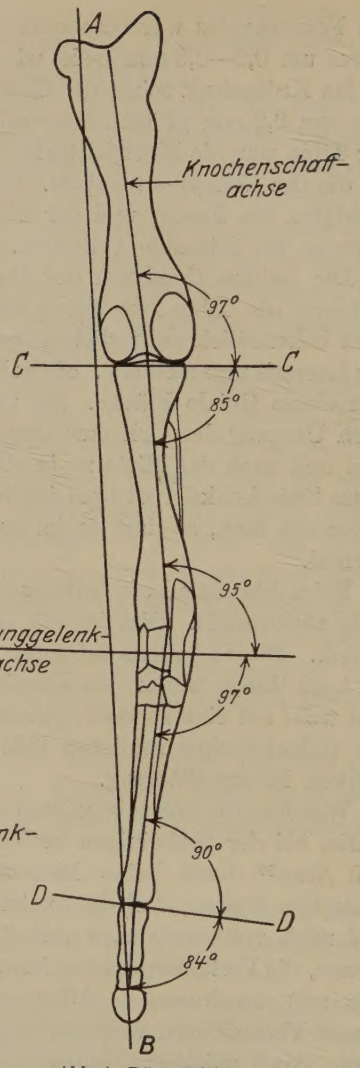


Abb. 4. Rückansicht

Knorpelstärken zu finden seien. *Fick* glaubt ferner, daß die Knorpeldicke bis zu einem gewissen Grade direkt proportional dem Druck sei. *Senn* dagegen ist nicht ganz dieser Ansicht und behauptet: „Die Knorpeldicke ist nicht allein vom Druck abhängig." Ich glaube, daß sowohl Druck als auch vermehrte Bewegung der Gelenke, also beides zusammen, von maßgebendem Einfluß auf die Knorpeldicke sind.

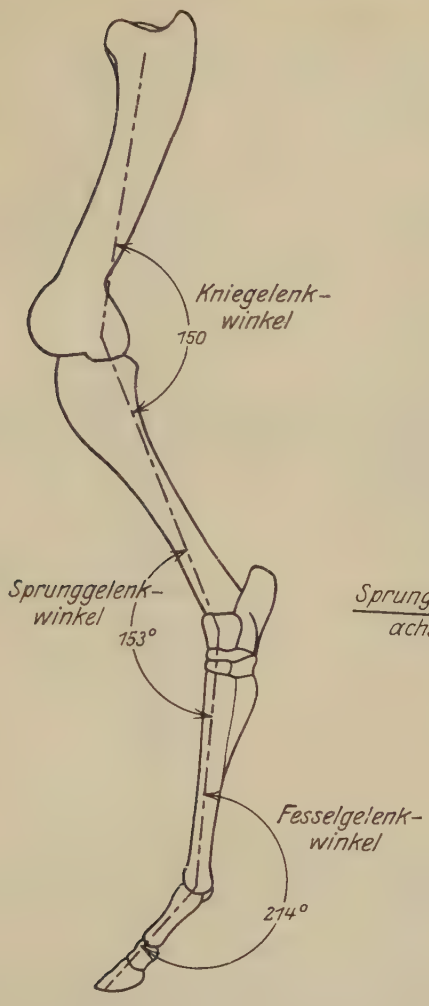


Abb. 5. Seitenansicht der rechten hinteren Extremität der faßbeinigen Stellung.

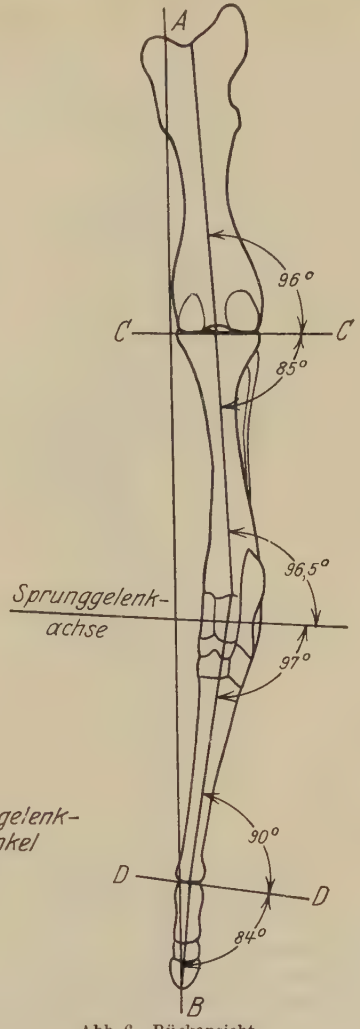


Abb. 6. Rückansicht „Ruhestellung".

Bezeichnungen wie in Abb. 3 und 4.

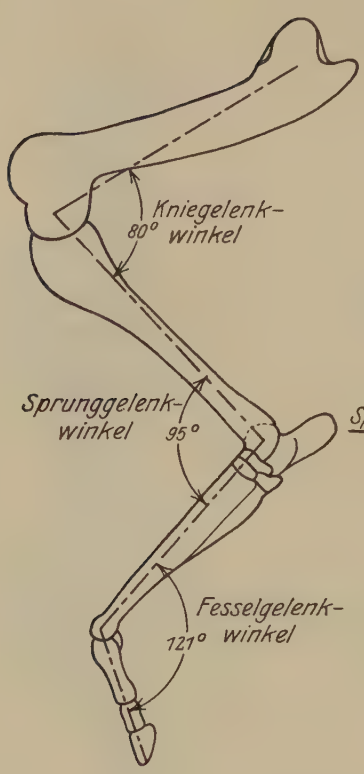
c) *Stellung der Knochenschaftachsen.*

Um die Knochenschaftachsen bestimmen zu können, nahm ich an den Knochen (Extremität von hinten gesehen) proximal und distal je einen fixen Punkt an. Dabei lag dieser Punkt

am Femur proximal: zwischen Caput femoris und Trochanter major;

distal: zwischen Condylus medialis und Condylus lateralis, in der Fossa intercondyloidea;

an der Tibia proximal: zwischen Condylus medialis und Condylus lateralis;



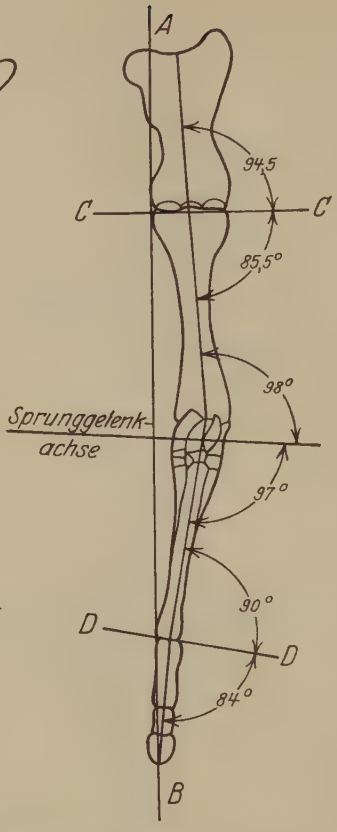


Abb. 7. Seitenansicht Abb. 8. Rückansicht
der rechten hinteren Extremität der faßbeinigen Stellung in Beugestellung.
Bezeichnungen wie in Abb. 3 und 4.

distal: zwischen Malleolus medialis und Malleolus lateralis;
am Metatarsale III mit dem Knochen des Sprunggelenkes proximal: zwischen dem medialen Bandhöcker des Rollbeines und dem Bandhöcker des Fersenbeines, an der medialen Seite des Fersenbeines;
distal: zwischen medialer und lateraler Bandgrube auf der mittleren Rolle des Hauptmittelfußknochens;
an den Zehengliedern proximal: zwischen medialem und lateralem Bandhöcker des Fesselbeines;
distal: in der Mitte der Zehenwand des Hufbeines.

Diese proximal und distal eines Knochens bestimmten Punkte verband ich durch je eine Linie (dünne Schnur), die außen am Knochen verlief. Bei den nachfolgenden Zeichnungen der Extremitäten, von rückwärts gesehen, habe ich diese Linien mit den Knochen auf eine Frontalebene projiziert, sodaß sie mit den wirklichen, im Inneren des Knochens gelegenen Knochenschaftachsen zusammenfallen und dadurch auch die Stellung der wirklichen Knochenschaftachsen in meinen Zeichnungen ergeben. Außerdem zeichnete ich noch die sog. „Traglinie“ (über-

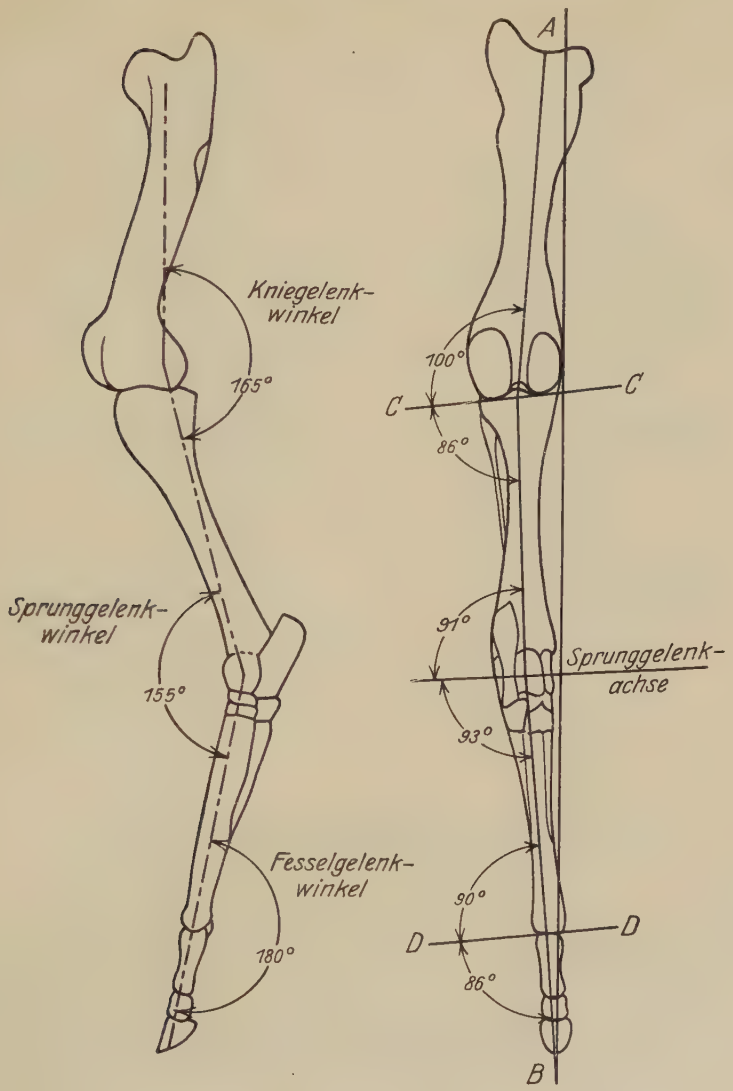


Abb. 9. Seitenansicht der linken hinteren Extremität der faßbeinigen Stellung in Streckstellung. Bezeichnungen wie in Abb. 3 und 4.

Abb. 10. Rückansicht

nommen von *A. O. Stoss* nach *Fick*) als Senkrechte *A*—*B* von der Mitte des Pfannendaches in die Mitte der Sohlenfläche ein. Diese Traglinie ist in Wirklichkeit im Knie-, Sprung- und Fesselgelenk in der Sagittalebene gewinkelt und erscheint nur bei ihrer Projektion auf eine Frontalebene als Gerade.

An meinen Bänderpräparaten maß ich die Stellung der Knochenlängsachsen jeweils bei 3 Extremitäteneinstellungen. Zuerst stellte ich die Extremi-

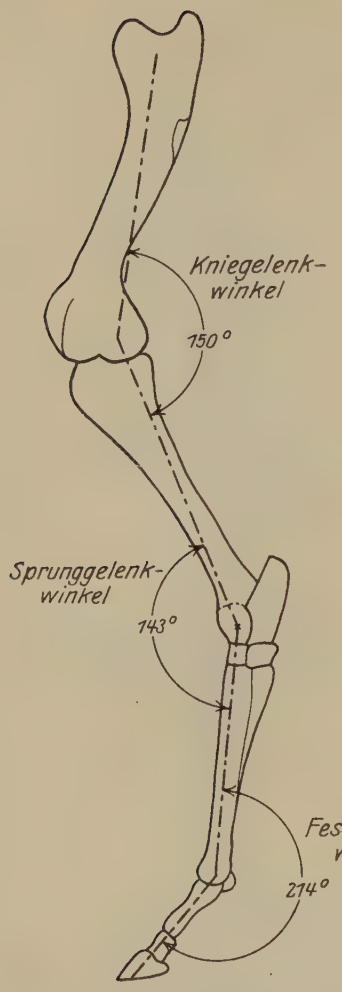


Abb. 11. Seitenansicht der linken hinteren Extremität der faßbeinigen Stellung. „Ruhestellung". Bezeichnungen wie in Abb. 3 und 4.

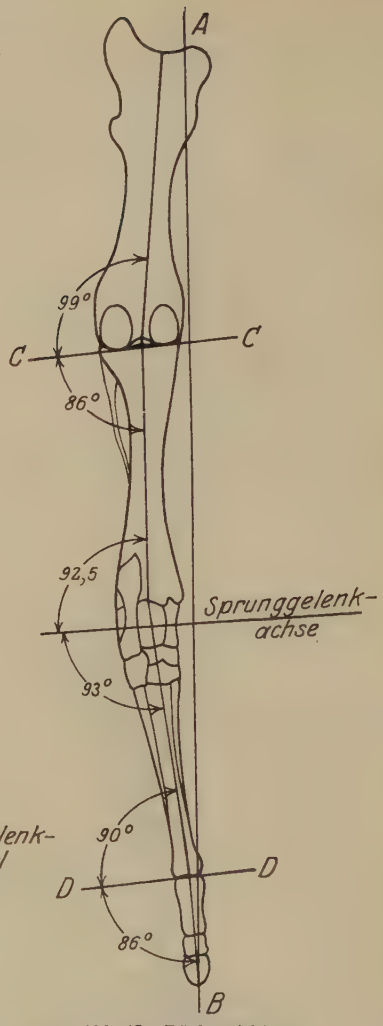
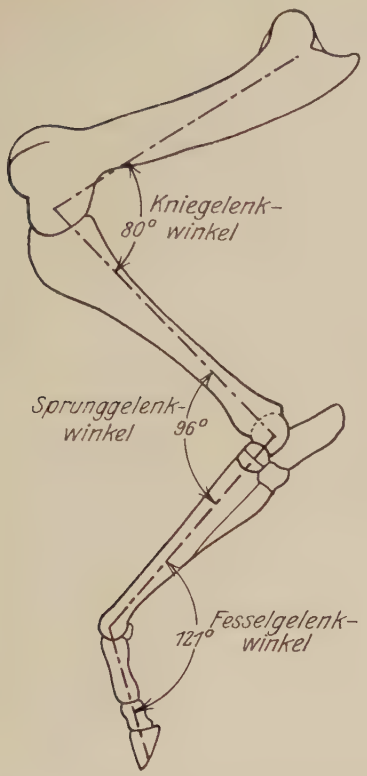


Abb. 12. Rückansicht

täten bei größter Streckung ein (1. Einstellung = Streckstellung, Abb. 3 u. 9). Bei der 2. Einstellung (Ruhe- oder Normalstellung) sind die Gelenkwinkel gleich den Standwinkeln (Abb. 5 u. 11). Als solche nahm ich nach den Angaben von *Schmaltz*[17] für das Kniegelenk einen Winkel von 150°, für das Sprunggelenk 153° und für das Fesselgelenk 214° an.

Bei der 3. Einstellung (Beugestellung, Abb. 7 u. 13) sind die Gelenkwinkel bei der größtmöglichen Beugung der Extremität eingestellt. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß die Winkel bei der 1. Einstellung am Bänderpräparat größer und bei der letzten Einstellung kleiner sind, als man sie am lebenden Tier beobachten kann, da hier noch die Haut- und Muskelhemmungen hinzukommen.



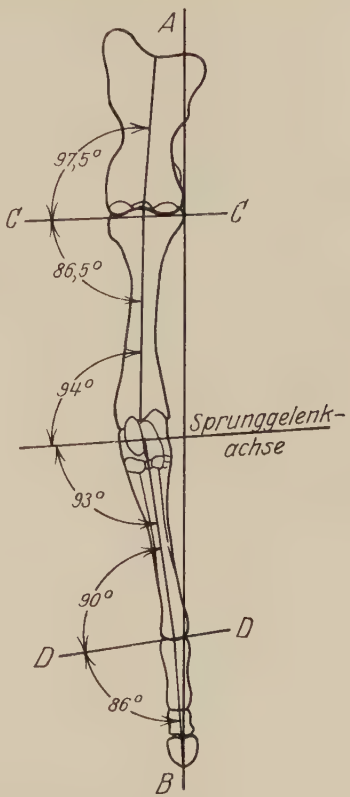


Abb. 13. Seitenansicht Abb. 14. Rückansicht
der linken hinteren Extremität der faßbeinigen Stellung in Beugestellung.
Bezeichnungen wie in Abb. 3 und 4.

Zur Bestimmung der Gelenkwinkel bei den jeweiligen Einstellungen nahm ich an den Knochen lateral verschiedene Punkte an, die auch beim lebenden Tier zu sehen oder leicht zu fühlen sind. So am Femur proximal die höchste Erhebung des Trochanter major und distal den lateralen Bandhöcker. Am Mittelfuß proximal den lateralen Bandhöcker des Rollbeins und distal den lateralen Mittelpunkt der Rolle der Röhre. Diese Punkte fallen annähernd in die Gelenkachsen, und ihre Verbindungslinien stellen die „mechanischen Längsachsen der Knochen" (*Fick, Stoss*) dar, die mit den Schaftachsen meist nicht zusammenfallen.

Als letzter Punkt wurde der Schnittpunkt der seitlich gesehenen Zehenachse mit dem Tragrand angenommen.

Diese Punkte verband ich durch eine dünne Schnur (siehe Abb. 3, 5, 7, 9, 11, 13) und konnte dann die Extremitäten genau einstellen. Bei der größten Streckung (Abb. 3 und 9) erhielt ich im Kniegelenk einen Winkel von 165°, im Sprunggelenk von 155° und im Fesselgelenk von 180°. Die größte Beugung (Abb. 7 und 13) war gegeben bei einem

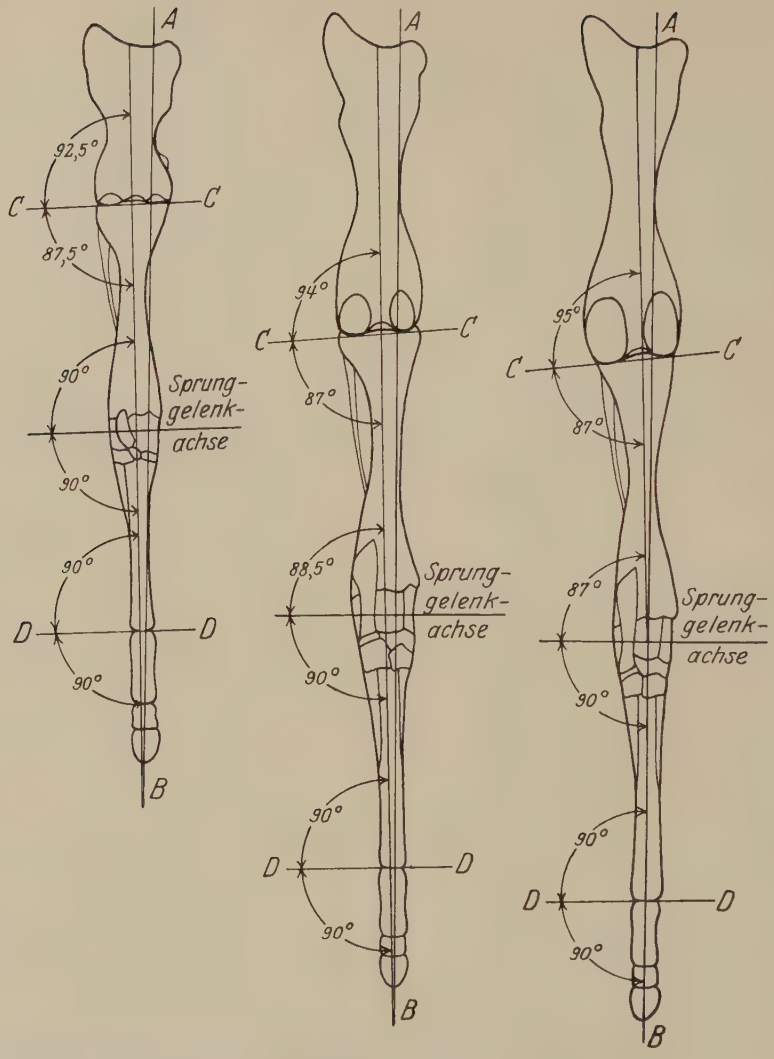


Abb. 15. Beugestellung Abb. 16. Ruhestellung Abb. 17. Streckstellung einer normalen hinteren Extremität in Rückansicht. Bezeichnungen wie in Abb. 3 und 4.

Kniekehlwinkel von 80°, Sprunggelenkwinkel von 95—96° und einem Fesselgelenkwinkel von 121°.

Bei der Projektion der Extremität auf eine Frontalebene bei den 3 Einstellungen verkürzte sich das Projektionsbild von der größten Streckung bis zur größten Beugung um ein Beträchtliches (siehe Abb. 15, 16, 17). Das Verhältnis dieser Verkürzung von der Streckstellung zur

Beugestellung betrug 1:0,738. Die Verkürzung von der Streckstellung zur Ruhestellung liegt nun nicht etwa in der Mitte hiervon, sondern ganz in der Nähe des Wertes bei größter Streckung und verhält sich zu dieser wie 1:0,968. Nehme ich nun statt der Streckstellung die Ruhestellung als Ausgangsstellung an, so verlängert sich die Extremität bis zur Streckstellung im Verhältnis 1:1,033 und verkürzt sich bis zur Beugestellung im Verhältnis 1:0,763.

In den Zeichnungen, Abb. 4, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17 (Extremität von rückwärts gesehen), habe ich, um die Winkelung der Knochenschaftachsen in den Gelenken bestimmen zu können, im Kniegelenk eine Tangente C—C an die Kondylenbasis gelegt, im Sprunggelenk dessen Achse eingezeichnet und durch das Fesselgelenk eine zur Frontalebene senkrecht stehende Ebene gelegt derart, daß sie mit der Mittelfußachse einen rechten Winkel bildet und in der Projektion als Linie D—D erscheint.

Bei meinen Messungen bestanden auch diese Linien aus je einer dünnen Schnur, mit deren Hilfe ich die Ab- und Adduktionswinkelung genau abmessen konnte.

Den Zeichnungen von den verschiedenen Einstellungen der faßbeinigen Extremitäten habe ich eine Zeichnung der normalen Extremität bei den 3 Einstellungen zum Vergleich hinzugefügt (Abb. 15, 16, 17).

Vergleicht man nun die faßbeinigen Extremitäten (von hinten gesehen) mit denen der normalen Extremität, so kann man deutlich verschiedene große Unterschiede erkennen.

Bei der Streckstellung der normalen Extremität (Abb. 17) verläuft die Femurschaftachse mit der Traglinie fast parallel. Die Tibiaschaftachse nähert sich vom Kniegelenk ab der Traglinie, trifft im Sprunggelenk mit derselben zusammen und bildet mit ihr einen spitzen Winkel von 3°. Die Schaftachsen des Metatarsale III. und der Zehenglieder fallen mit der Traglinie zusammen.

Bei der Streckstellung der *linken* hinteren Extremität der faßbeinigen Stellung (Abb. 10) entfernt sich die Femurschaftachse bis zum Kniegelenk von der Traglinie um 3 cm. Die Tibiaschaftachse nähert sich bis zum Sprunggelenk wieder um 1,2 cm, ist aber immer noch von der Traglinie 4,8 cm entfernt. Die Schaftachse des Metatarsale III nähert sich weiterhin der Traglinie, ist im Fesselgelenk noch 0,8 cm entfernt, und erst die Schaftachsen der Zehenglieder treffen in der Mitte der Zehenwand des Hufbeins mit der Traglinie unter einem spitzen Winkel von 4° zusammen.

Bei der Streckstellung der *rechten* hinteren Extremität (Abb. 4) sind die Abweichungen noch größer. Die Femurschaftsachse entfernt sich von der Traglinie bis zum Sprunggelenk um 4,2 cm, die Tibiaschaftachse verläuft weiterhin nach außen (um 0,6 cm) und bildet im Sprunggelenk von der Traglinie einen Abstand von 7,8 cm. Die Schaftachse des Metatarsale III nähert sich hingegen recht schnell der Traglinie und

ist im Fesselgelenk nur noch 1,5 cm von dieser entfernt. Die Schaftachsen der Zehenglieder treffen wieder in der Mitte der Zehenwand des Hufbeins mit der Traglinie zusammen und bilden dort mit ihr einen spitzen Winkel von 6°.

Ähnlich verlaufen die Schaftachsen zur Traglinie bei der Ruhe- und Beugestellung, nur kommt hier noch die Bewegungskinematik im Knie- und im Sprunggelenk hinzu (auf diese komme ich später beim Globusphantom näher zu sprechen).

Bemerkenswert ist bei der faßbeinigen Stellung der Winkel, den die Knochenschaftachsen der Zehenlieder mit der Schaftachse des Metatarsale III bilden: Diese beiden Achsen sind im Fesselgelenk zueinander, und zwar medialwärts gebrochen.

Um diese Winkelung genau ablesen zu können, habe ich, wie schon vorher erwähnt, über das Fesselgelenk bei meinen Messungen eine Schnur gespannt, die zur Frontalebene parallel und senkrecht zur Schaftachse der Röhre verläuft. (Siehe auf den Zeichnungen die Linien $D — D$). Hierzu bilden bei der normalen Extremität die Schaftachsen der Zehenglieder wie die des Metatarsale III je einen Winkel von 90°, wurden also nicht gebrochen weder bei der Streck-, Ruhe- noch Beugestellung. Anders verhielten sich die im Fesselgelenk sich treffenden Schaftachsen bei den faßbeinigen Extremitäten.

Zum Vergleiche will ich die gefundenen Werte bei der Streckstellung angeben. Bei der linken hinteren Extremität der faßbeinigen Stellung betrug der Winkel der Schaftachse der Zehenglieder zur Linie $D — D$ 86°, der Gesamtwinkel also nur 176° gegen 180° bei der normalen Extremität.

Bei der *rechten* hinteren faßbeinigen Extremität betrug der entsprechende Winkel 84°, also zusammen nur 174°, sodaß der Gesamtwinkel hier 6° kleiner war als normal.

Auch hieraus kann man deutlich die abweichende Stellung der Knochenschaftachsen der faßbeinigen Stellung im Fesselgelenk ersehen. Die große Schrägstellung des Metatarsale III wird also hierdurch etwas ausgeglichen, und die Zehenglieder sind bei der faßbeinigen Stellung nicht allzu schräg zum Boden gerichtet.

Die Stellung der Knochenschaftachsen bei den beiden anderen Einstellungen und den beiden anderen Gelenken (Sprung- und Kniegelenk) kann man deutlich aus den Zeichnungen erkennen. Ich will nun nicht jeden Winkel besonders erwähnen, habe aber die Stellung der einzelnen Knochenschaftachsen in den Gelenken in nachfolgender Tabelle zusammengestellt, so daß auch hier jeder Winkel leicht abgelesen werden kann und der Unterschied zur normalen Extremität gut ersichtlich ist.

Tabelle 1. *Stellung der Knochenschaftachsen in den Gelenken.*

	Kniegelenk			*Sprunggelenk*			*Fesselgelenk*		
	Schaftachse des			Tibia	Gesamtwinkel	Metatarsale III	Metatarsale III	Gesamtwinkel	Zehenglieder
	Femur	zur Gemalwkl.	Tibia						
	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad
				I. Rechte Extremität der faßbeinigen Stellung.					
a)	97,0	(182)	85,0	95,0	(192,0)	97	90	(174)	84
b)	96,0	(181)	85,0	96,5	(193,5)	97	90	(174)	84
c)	94,5	(180)	85,5	98,0	(195,0)	97	90	(174)	84
				II. Linke.					
a)	100,0	(186)	86,0	91,0	(184,0)	93	90	(176)	86
b)	99,0	(185)	86,0	92,5	(185,5)	93	90	(176)	86
c)	97,5	(184)	86,5	94,0	(187),0	93	90	(176)	86
				III. Linke normale Extremität.					
a)	95,0	(182)	87,0	87,0	(177,0)	90	90	(180)	90
b)	94,0	(181)	87,0	88,5	(178,5)	90	90	(180)	90
c)	92,5	(180)	87,5	90,0	(180,0)	90	90	(180)	90

d) Bewegung der Gelenke.

Vergleicht man in dieser Tabelle die Winkel, die die einzelnen Knochenschaftachsen in den Gelenken in der Streck-, Ruhe- und Beugestellung bilden, so kann man die Bewegung der Knochen zueinander im Knie- und Sprunggelenk durch Vergrößerung bzw. Verkleinerung der Gesamtwinkel im Knie- und Sprunggelenk erkennen.

Die Bewegungsmöglichkeiten — Kinematik — der Knochen in den Gelenken kann man aber weit besser feststellen mit Hilfe der für die Verhältnisse bei den großen Säugern von Prof. *A. O. Stoss* konstruierten „Bahnkugel" (Gelenkglobusphantom). Hiermit untersuchte ich denn auch die einzelnen Bewegungen im Knie-, Sprung- und Fesselgelenk, und zwar jedesmal die Streckbeugebewegung, Ab- und Adduction und Längsrotation.

Bei jeder Untersuchung wurde das Knochenstück mit dem konvexen Gelenkkörper als feststehend (Grundglied) angenommen und in einen Schraubstock so eingeschraubt, daß die Gelenkachse im Globus zentriert war und die Gelenkachse in der Richtung der Polachse verlief. Zur Zentrierung der Gelenkachse habe ich das Verfahren nach *Haykraft* und *Zuppinger* angewandt. Am festen (eingeschraubten) Knochenstück (Grundglied) befestigte ich in der Gegend des vermutlichen Drehpunktes ein in kleine Quadrate eingeteiltes Papier. Ein ebenso quadriertes, durchsichtiges Pauspapier war an dem beweglichen Glied so angebracht, daß es das am Grundglied befestigte Papier bedeckte. Bei der Bewegung des mobilen Gliedes verschoben sich die auf das durchsichtige Pauspapier aufgezeichneten Quadrate über die am Grundglied angebrachten Quadrate. Nur an einer Stelle war diese Verschiebung möglichst klein, und diese nahm ich als einen Punkt der Gelenkachse an. Nachdem ich so medial und lateral je einen Punkt bestimmt hatte, stellte ich die in der Mitte der Bahnkugel (Meridianrahmengestell) in der

Drehungsachse des drehbaren Halbkreises befindlichen Schraubenstifte, die die Polachse kennzeichnen, auf beide Punkte ein, sodaß Gelenkachse gleich Polachse war. Die Knochenschaftachse des Bewegungsgliedes wurde durch eine Nadel gekennzeichnet, die bis zur Bahnkugeloberfläche ging und eine genaue Ablesung an der Bahnkugel ermöglichte. Die „Stellung" des beweglichen Gliedes, d. h. die Orientierung um die eigene Längsachse liest man an einer quer zur Längsachse verlaufenden Linie ab. Diese Querlinie ersetzte *A. O. Stoss* bei seinen Versuchen durch einen Kartonstreifen, der am Ende der Nadel angebracht und so eingestellt war, daß er in der Ausgangsstellung in der Meridianebene lag. Den Kartonstreifen ersetzte ich durch einen von mir konstruierten Metallstreifen, auf dem ich gleich einen Winkelmesser anbrachte (siehe nebenstehende Abb. 18).

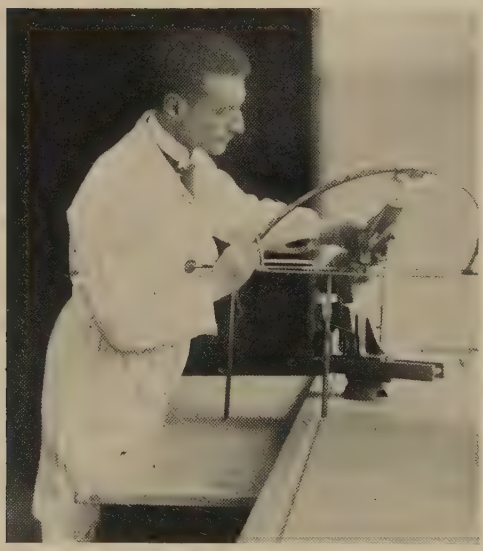


Abb. 18. „Bahnkugeln" mit dem von mir konstruierten Winkelmesser zur Bestimmung der jeweiligen Längsrotation.

Der auf dem Metallstreifen aufgelötete Winkelmesser besaß genau den Krümmungsradius des an der Bahnkugel beweglichen Halbkreises, sodaß er unterhalb dieses Halbkreises bequem gedreht werden konnte. Wenn nun der Metallstreifen in der Ausgangsstellung in die Meridianebene eingestellt, der Winkelmesser also auf 0° stand, so blieb während der Abbeugung des Gelenkes diese Einstellung solange, bis eine Längsrotation auftrat. Der Metallstreifen nahm dann zur Meridianebene eine schräge Stellung ein. Durch den angebrachten Winkelmesser konnte ich sofort den jeweiligen Grad der Rotation ablesen.

Zur Feststellung des Bewegungsumfanges und des Beugungsmodus des *Femoro-Tibialgelenkes* (rechte Extremität) unter Benützung der „Bahnkugel" wurde der Oberschenkelknochen fest eingeschraubt. Die Gelenkachse wurde (wie oben angegeben) bestimmt und als Polachse angenommen. Die Schaftachse der Tibia, des beweglichen Gliedes, lag in der Ausgangsstellung, also bei größter Streckung in der Äquatoriallinie. Die Zeigernadel stand auf dem Punkt 165 über dem Nullmeridian (siehe Abb. 20 und Tab. 2).

Die distale Querachse (nach *Fick* „Knorrenachse" genannt) der Tibia verlief in der Streckstellung gegenüber der des Femur nicht parallel, sondern war gegen diese um 5° auswärts rotiert. *A. O. Stoss* fand auch eine Auswärtsrotation der distalen „queren Knorrenachse" der Tibia in der Streckstellung im Mittel um 7°. Bei der faßbeinigen Stellung war diese Auswärtsrotation bei der rechten Extremität also um 2° kleiner als bei normaler Extremität. An der linken Extremität betrug dieselbe fast 7° und stimmte somit mit dem Befund bei regelmäßiger Stellung überein.

Die in der Beugebewegung stattfindende Deklination der „queren Knorrenachse" bestimmte ich durch meinen Winkelmesser. Dabei ist zu beachten, daß der Metallstreifen bei der Streckstellung in der Richtung des Meridians eingestellt wurde, der Winkelmesser also auf 0° stand. Dadurch wurde während der Bewegung jedesmal nur der absolute Betrag der Deklination gemessen, sodaß der wahre Divergenzwinkel bei weiterer Auswärtsrotation (Supination) um den vorhergefundenen Wert größer und bei eintretender Einwärtsrotation (Pronation) um denselben kleiner ist.

Von der äußersten Streckstellung aus mußte ich das Kniegelenk um 28° (normal 22°) beugen, bis die Querachse zum Meridian gedreht wurde. Bei weiterer Beugung des Gelenkes zeigte der Winkelmesser eine immer größer werdende Deklination, und zwar trat eine Supinationskreiselung ein, die bei größter Beugung 28° betrug. In der folgenden Abbildung (Abb. 19) ist die tibiale Einwärtskreiselung bei der Bewegung von äußerster Streckstellung zur äußersten Beugestellung graphisch dargestellt. Auf der Abszisse ist der Kniegelenkwinkel, auf der Ordinate die Einwärtskreiselung in Graden aufgetragen.

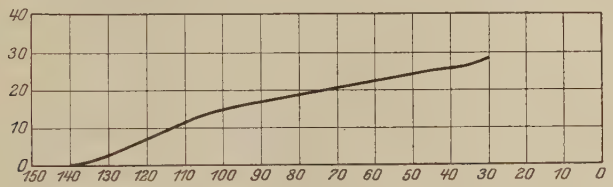


Abb. 19. Graphische Darstellung der tibialen Einwärtskreiselung.

Aus dieser Abbildung und aus Tabelle 2 kann man für jeden Kniegelenkwinkel den Grad der tibialen Einwärtskreiselung ersehen.

Bei der Streckstellung befand sich die mechanische Längsachse in der Äquatorialebene und verblieb in derselben bis zu einer Abbeugung

Tabelle 2.

Meridian	Laterale Abduction	Abduction		Längsrotation
		max. med.	max. lat.	Grad
165	0	0	0	0
137	0	0	0	0
130	0	0	0	2,0
123	0	0	0	6,0
120	0,5	— 0,5	0,5	7,0
110	1,0	— 1,0	1,0	11,0
100	1,5	— 1,5	1,5	14,0
90	2,0	— 2,0	2,0	16,0
80	2,6	— 2,6	2,6	18,5
70	3,2	— 3,0	3,4	20,0
60	4,0	— 3,5	4,5	21,5
50	5,0	— 3,8	6,2	23,0
40	6,5	— 4,5	8,5	25,0
30	8,0	— 5,5	10,5	28,0

um 42° (normal 30°), dann erst trat eine Auswärtsverlagerung ein, die bei maximaler Beugestellung 8° betrug.

Mit zunehmender Gelenkbeugung kam noch eine ganz minimale Ab- und Adductionsmöglichkeit („seitliches Wackeln") hinzu. Alle vorerwähnten Befunde sind in Abb. 20 eingezeichnet und auch aus der Tabelle 2 ersichtlich.

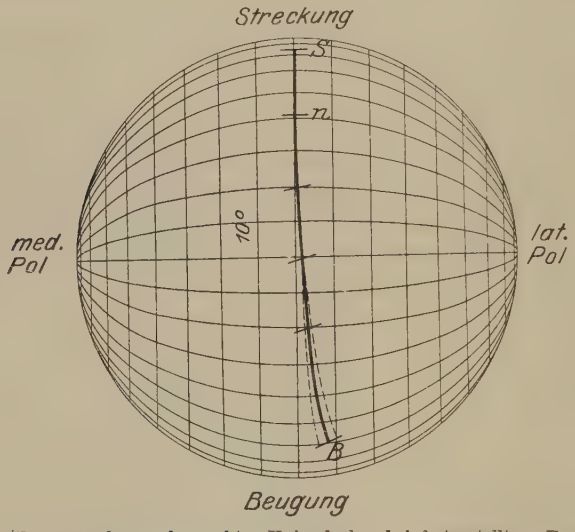


Abb. 20. Bewegungskurve des rechten Kniegelenkes bei festgestelltem Femur (faßbeinige Stellung), SB = anatomischer Bewegungsumfang am Bandpräparat; N = Normalstellung. Die Querstriche zeigen den Grad der jeweiligen Längsrotation an.

Abb. 21 und Tabelle 3 zeigen die Bewegungsvorgänge beim Kniegelenk der *linken* faßbeinigen Stellung, die von denen der rechten

Tabelle 3.

Meridian	Laterale Abduction	Abduction		Längsrotation
		max. med.	max. lat.	Grad
168	0	0	0	0
140	0	0	0	0
130	0	0	0	7,5
126	0,5	—0,5	0,5	10,0
120	1,0	—1,0	1,0	12,5
110	1,8	—1,8	1,8	15,0
100	2,6	—2,6	2,6	17,5
90	3,0	—3,0	3,0	19,0
80	3,5	—3,5	3,5	21,0
70	4,2	—3,5	4,9	23,0
60	4,8	—3,6	6,0	26,0
50	6,0	—3,8	8,2	27,5
40	7,5	—5,0	10,0	30,0
35	9,0	—7,0	11,0	33,0

Extremität nur wenig verschieden sind. Zum Vergleich habe ich in Abb. 22 den Bewegungsvorgang des rechten Kniegelenkes bei normaler Extremitätenstellung aufgezeichnet (nach Abb. 38 der Arbeit von *A. O. Stoss**).

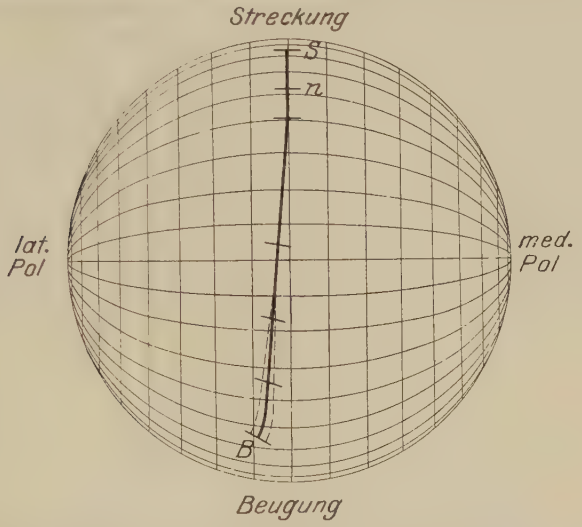


Abb. 21. Bewegungskurve des linken Kniegelenkes bei festgestelltem Femur (faßbeinige Stellung). *SB* = anatomischer Bewegungsumfang am Bandpräparat; *N* = Normalstellung. Die Querstriche zeigen den Grad der jeweiligen Längsrotation an.

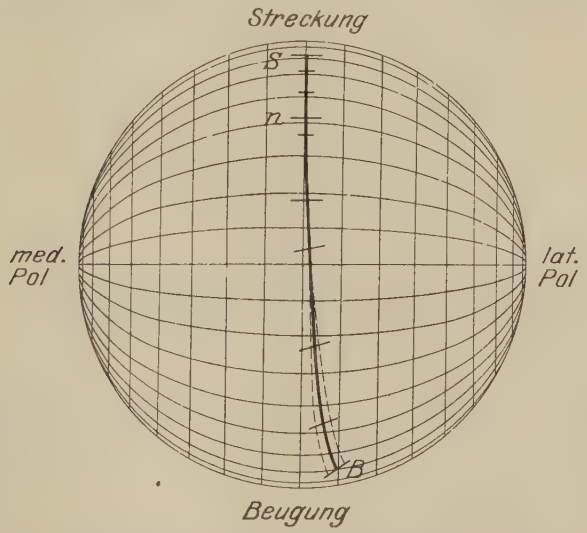


Abb. 22. Bewegungskurve des rechten Kniegelenkes bei festgestelltem Femur (normale Stellung). *SB* = anatomischer Bewegungsumfang am Bandpräparat; *N* = Normalstellung. Die Querstriche zeigen den Grad der jeweiligen Längsrotation an.

* *A. O. Stoss*, Anatomie und Kinemetik der Gelenke. Habilitationsschrift 1920. Bücherei der tierärztlichen Fakultät München.

Der Bewegungsumfang der beiden Femoro-Tibialgelenke der faßbeinigen Stellung weicht gegenüber der normalen Stellung nur um geringes ab. Die Auswärtsverlagerung der Tibia setzt erst später ein (siehe Tabelle 2 und 3). Die tibiale Einwärtskreiselung bleibt hinter der normal stattfindenden etwas zurück, ebenso sind die maximalen Ab- und Adductionsmöglichkeiten „seitliches Wackeln" relativ kleiner.

Die tibiale Einwärtsrotation wird durch die gekreuzten Bänder, die Auswärtsrotation (Supination) durch die Seitenbänder des Kniegelenkes gehemmt. Bei meiner Beschreibung der Gelenksbänder habe ich erwähnt, daß am Kniegelenk von den kollateralen Bändern des Femoro-Tibialgelenkes das laterale auffallend verdickt war und die beiden gekreuzten Bänder mehr als normale Dicke zeigten. Die Verstärkung dieser Gelenkbänder bei der faßbeinigen Stellung verminderten also auch den Bewegungsumfang im Gelenk.

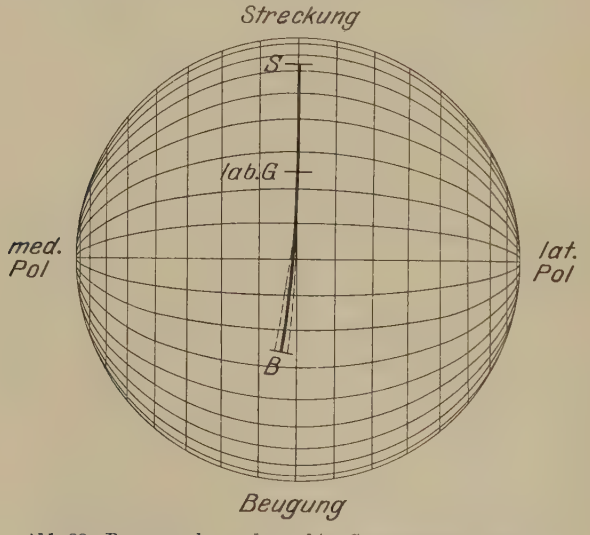


Abb. 23. Bewegungskurve des rechten Sprunggelenkes (faßbeinige Stellung). S = äußerste Streckstellung; B = äußerste Beugestellung; *lab. G.* = Stellung des labilen Gleichgewichts.

Tabelle 4.

Meridian	Med. Abduction	Abduction		Längsrotation
		max. med.	max. lat.	Grad
155	0	0	0	0
115	0	0	0	0
110	0,2	0,2	—0,2	0,7
100	0,5	0,5	—0,5	1,4
90	1,0	1,5	—0,8	2,0
80	1,7	2,5	—1,0	2,8
70	2,5	3,0	—2,0	3,6
65	3,0	3,5	—2,5	4,0

Auch im Sprunggelenk fand ich, wie bereits erwähnt, die Gelenkbänder verstärkt und das laterale lange, sowie das laterale kurze Seitenband stärker entwickelt als die entsprechenden medialen Bänder. Dementsprechend fand ich auch in den Sprunggelenken der faßbeinigen Stellung einen relativ verminderten Bewegungsumfang.

Bei den Untersuchungen des Sprunggelenkes an der „Bahnkugel" wurde als Gelenkachse die Mittelachse der Gelenkschraube bestimmt und als Polachse in der „Bahnkugel" eingestellt. Das Os metatarsale III bildete das bewegliche Glied, in dessen Schaft wiederum die Zeigernadel als Schaftachse mit dem Winkelmesser angebracht wurde. In der Streckstellung zeigte die Längsachse des Unterschenkels zu der des Oberschenkels keine Rotation, so daß der Metallstreifen in der Meridianebene lag und der Winkelmesser auf 0° stand. In der Beugestellung

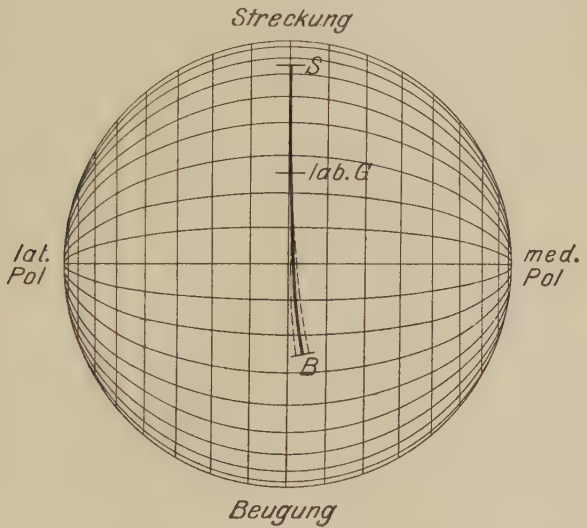


Abb. 24. Bewegungskurve des linken Sprunggelenkes (faßbeinige Stellung). S = äußerste Streckstellung; B = äußerste Beugestellung; *lab. G.* = Stellung des labilen Gleichgewichts.

Tabelle 5.

Meridian	Med. Abduction	Abduction		Längsrotation
		max. med.	max. lat.	Grad
155	0	0	0	0
115	0	0	0	0
110	0,5	0,5	—0,5	0,5
100	1,0	1,0	—1,0	1,0
90	1,5	2,0	—1,0	1,5
80	2,0	2,7	—1,3	2,0
70	2,7	3,5	—2,0	2,5
65	3,5	4,2	—2,8	3,0

war eine Längsrotation von 4° am rechten und 3° am linken Sprunggelenk festzustellen. *A. O. Stoss* fand bei seinen Untersuchungen Werte zwischen 3° und 10° für diese Supination bei der Beugung im Sprunggelenk, so daß meine Befunde an der Grenze der kleinstmöglichen Supination liegen.

Bei der Streckstellung wurde das distale Ende der Zeigernadel in die Äquatorialebene gebracht und stand auf dem Punkt 155. Bei einer Beugung um 40° war der Winkel des labilen Gleichgewichtes erreicht. Bis zu diesem Punkte trat weder eine Supination noch eine Ab- und Adduction der Zeigernadel ein. Erst bei weiterer Beugung begann eine Auswärtsverlagerung der Zeigernadel, die allmählich wuchs und bei der Beugestellung eine mediale Verlagerung rechts um 3° und links um 3,5° zeigte.

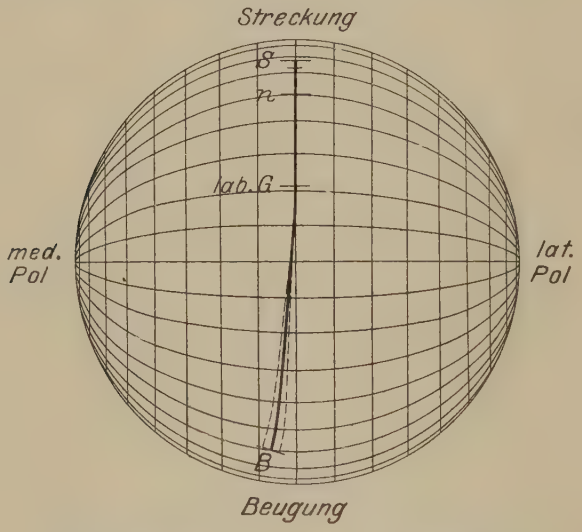


Abb. 25. Bewegungskurve des rechten Sprunggelenkes (normale Stellung). *S* = äußerste Streckstellung; *B* = äußerste Beugestellung; *N* = Normalstellung; *lab. G.* = Stellung des labilen Gleichgewichts.

A. O. Stoss fand als Gesamtbewegungsumfang bei der Beuge-Streckbewegung im Sprunggelenk 137°. Ich fand bei beiden Sprunggelenken der faßbeinigen Stellung nur einen Gesamtbewegungsumfang von etwas über 90°, wobei die Abbeugung bei den letzten 10° nur durch forcierte Beugung möglich war.

Innerhalb der letzten 30° der Beugung konnte ich eine ganz geringe „seitliche Wackelung" (Ab- und Adduction) feststellen. Während bei der normalen Extremität diese „seitliche Wackelung" gleichmäßig bis zur größten Beugung zunimmt, nahm nach meinen Befunden bei

der faßbeinigen Stellung die Ab- und Adduction gegen Ende der Beugung wieder ab, wie auch die letzte Abbeugung nur schwer zu bewerkstelligen war.

Auch im Sprunggelenk ist somit der Bewegungsumfang bei der Faßbeinigkeit geringer als beim normalen. Die größte Abweichung besteht in der großen Verringerung des Gesamtbewegungsumfanges der Beuge-Streckbewegung bei den Sprunggelenken der faßbeinigen Stellung, die um 47° kleiner ist, als sie *A. O. Stoss* gefunden hat.

Als letztes Gelenk untersuchte ich das *Fesselgelenk*. Der Metatarsus wurde festgestellt und im Fesselbein die Zeigernadel angebracht. Der einzige Unterschied gegenüber der Bewegung des normalen Fesselgelenkes bestand in der geringeren Ab- und Adductionsmöglichkeit. *A. O. Stoß* fand mit zunehmender Beugung auch eine zunehmende Seitwärtsbewegung sowohl nach medial wie nach lateral im Maximum 5°, die gegen Ende der Beugung wieder abnahm. Ich fand denselben Bewegungsmodus, wobei aber die größtmögliche Seitenbewegung nur 3° betrug.

Die Untersuchungen an der „Bahnkugel" zeigten somit im allgemeinen eine geringere Bewegungsmöglichkeit sowohl des Knie-, Sprung- und Fesselgelenkes der faßbeinigen Stellung. Besonders die Gesamtbeugung im Sprunggelenk war sehr gehemmt.

Zusammenfassung.

1. Bei der Faßbeinigkeit sind die lateralen Gelenkbänder kräftiger entwickelt als die medialen, insgesamt kräftiger als die der normalen Stellung.

2. Bei der faßbeinigen Stellung ist die Knorpelstärke des Femurkopfes vermehrt.

3. Die Knochenschaftachsen der faßbeinigen Extremitäten bilden zur Traglinie eine nach außen geknickte Linie, auch treffen sich dieselben in den Gelenken unter anderen Winkeln als bei normaler Stellung; besonders auffallend ist der medialwärts gebrochene Winkel, den die Zehenschaftsachsen mit der Schaftachse des Metatarsale III bilden.

4. Der Bewegungsumfang der beiderseitigen Femoro-Tibialgelenke der faßbeinigen Stellung ist kleiner als bei normalen Extremitäten. Die Auswärtsverlagerung der Tibia setzt erst später ein und ist auch geringer. Die Ab- und Adductionsmöglichkeiten sind relativ kleiner.

5. Im Sprunggelenk ist der Gesamtbewegungsumfang am Bandpräparat um 47° geringer als bei einer Extremität mit normaler Stellung.

6. Im Fesselgelenk besteht bei der Faßbeinigkeit eine geringere Ab- und Adductionsmöglichkeit.

Zum Schlusse meiner Arbeit spreche ich Herrn Geheimrat Prof. Dr. *Stoss* für die Überlassung des Themas und für die bereitwilligen Anleitungen meinen verbindlichsten Dank aus.

Desgleichen danke ich Herrn Prof. *A. O. Stoss* für die bereitwillige Einführung in die Meßmethoden an seiner „Bahnkugel", Herrn Prof. *Moser* für die freundliche Überlassung der Lichtbilder und Herrn Konservator Dr. *Demeter* für die mir erteilten Ratschläge.

Schrifttum.

[1] *Born* und *Möller*, Handbuch der Pferdekunde. Berlin 1919. — [2] *Disselhorst*, Anatomie und Physiologie der großen Haussäugetiere mit besonderer Berücksichtigung der Beurteilungslehre des Pferdes. Berlin 1906. — [3] *Dörner*, Xenophons Werke. Bd. II. Hipparchicus oder Von den Obliegenheiten eines Reiterobersten und Über die Reitkunst. Übersetzt von *Ch. H. Dörner*. Stuttgart 1869. — [4] *Duerst, Ulrich*, Die Beurteilung des Pferdes. Stuttgart 1922. — [5] *Ellenberger* und *Baum*, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Berlin 1912. — [6] *Fick*, Handbuch der Anatomie des Menschen. Anatomie der Gelenke. Jena 1911. — [7] *Fröhner-Eberlein*, Kompendium der speziellen Chirurgie für Tierärzte. 6. Aufl. Stuttgart 1920. — [8] *Gmelin*, Das Äußere des Pferdes. Stuttgart 1925. — [9] *Gutenäcker-Moser*, Die Lehre vom Hufbeschlag. Stuttgart 1918. — [10] *Lungwitz*, Der Fuß des Pferdes, in Rücksicht auf Bau, Verrichtungen und Hufbeschlag. Dresden 1898. — [11] *Martin*, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. I. Allgemeines und vergleichende Anatomie mit Entwicklungsgeschichte. — [12] *Martin*, Bd. II. Anatomie des Bewegungsapparates des Pferdes mit Berücksichtigung seiner Leistungen. Stuttgart 1914. — [13] *v. Nathusius*, Die Pferdezucht. Stuttgart 1902. — [14] *Pütz*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Sprunggelenkes. Zeitschr. f. prakt. Veterinärwissenschaft. 1876. — [15] *Rübeli*, Festschrift zum 70. Geburtstag von Dr. *Zschokke*. Anatomie und Kinematik des Karpalgelenkes der Haustiere mit besonderer Berücksichtigung des Pferdes. Zürich 1925. — [16] *Schmaltz*, Anatomie des Pferdes. Berlin 1919. — [17] *Schmaltz*, Atlas der Anatomie des Pferdes. Berlin 1924. — [18] *Schoenbeck*, Das Pferd und seine Darstellung in der bildenden Kunst vom hippologischen Standpunkt aus. Leipzig 1908. — [19] *Senn*, Untersuchungen über die Gelenkknorpelstärken beim Pferde. Inaug.-Diss. Bern 1921. — [20] *Stoss, A. O.*, Anatomie und Kinematik der Gelenke der Pferdeextremitäten. Zeitschr. f. d. ges. Anat., Abt. 1: Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. **69**, H. 1/3. 1920. — [21] *Strasser*, Lehrbuch der Muskel- und Gelenksmechanik. Berlin 1917. — [22] *Schwyter*, Die Gestaltsveränderungen des Pferdefußes infolge Stellung und Gangart. Bern 1906. — [23] *Schwyter*, Über das Gleichgewicht des Pferdes. Bern 1907. — [24] *Sussdorf*, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Bd. I. Stuttgart 1895. — [25] *Zschokke*, Untersuchungen über das Verhältnis der Knochenbildung zur Statik und Mechanik des Vertebratenskelettes. Zürich 1892.

Lebenslauf.

Am 12. September 1901 wurde ich, *Wilhelm Christnach*, in Merzig/Saar geboren, besuchte dort die Volksschule und später das Realprogymnasium. Mit dem Zeugnis der Obersekunda trat ich in das Realgymnasium nach Dillingen/Saar über, wo ich am 25. Oktober 1921 das Zeugnis der Reife erhielt. Zuerst studierte ich drei Semester Chemie in Frankfurt und Bonn und wandte mich im Sommersemester 1923 dem Studium der Tierheilkunde an der Universität München zu. Nach meinem dritten Studiensemester vollendete ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung, und nach weiteren vier Semestern erhielt ich am 3. Dezember 1926 den Approbationsschein. Im November 1924 wurde die vorliegende Arbeit am Tieranatomischen Institut der Universität München begonnen. Für den 1. April 1927 wurde ich als Veterinäroffizieranwärter in die Reichswehr angenommen.